

BAB IV

HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 Pendahuluan

Pada bab IV ini akan diuraikan hasil simulasi dan implementasi dari tugas akhir ini tentang pengaruh sudut penyalaan *rotary* terhadap unjuk kerja dari motor *Switched Reluctance*. Simulasi dilakukan dengan *software PSIM* yang berguna untuk melihat secara grafik bentuk arus pada motor dengan beberapa perubahan pulsa *rotary*.

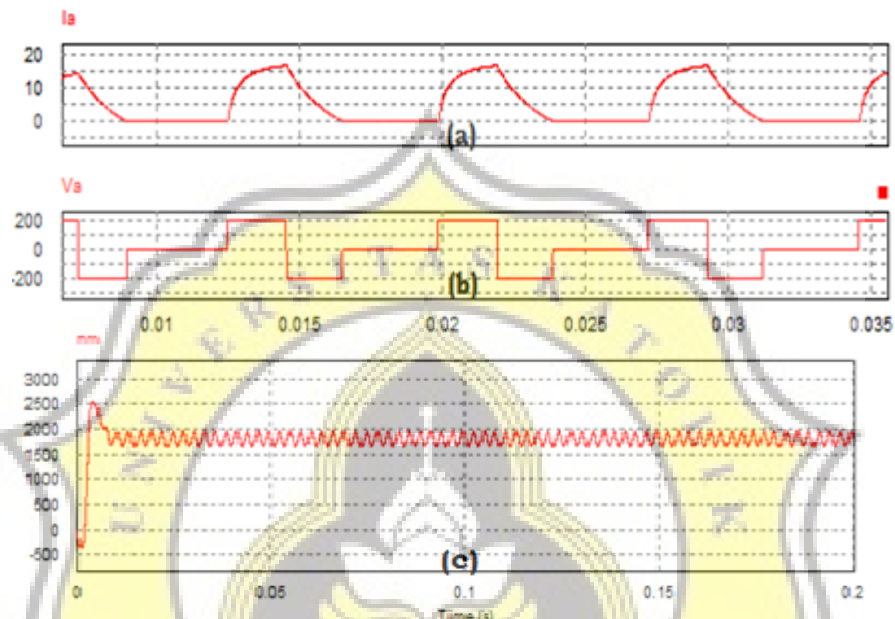
Pada implementasi ini menggunakan DSC dsPIC30f4012, TLP250 sebagai drivernya dan MOSFET tipe G4PH50U sebagai saklar konverternya. Sebelum implementasi alat, terlebih dahulu dilakukan simulasi dengan *software PSIM* yang nantinya akan dibandingkan dengan data *realnya*.

4.2 Hasil Simulasi PSIM

Simulasi dilakukan dengan menggunakan *software PSIM*. Simulasi ini menunjukkan tentang *timming diagram* dari arus antar fasa pada motor *Switched Reluctance*. Simulasi akan dibandingkan dengan data hasil eksperimen sehingga dapat diketahui untuk *timming diagram* yang pas pada masing-masing kerja fasa motor. Pada analisa ini dilakukan tiga kali perubahan jumlah pulsa *rotary* yang ada pada setiap fasa motor. Hasil yang optimal ditunjukkan dengan kecepatan yang maksimal dengan parameter yang sama.

4.2.1 Simulasi dengan jumlah pulsa 40

Pada tahap awal simulasi ini jumlah pulsa yang diberikan pada masing-masing rotor sebanyak 40 pulsa dengan awal sudut berada pada titik 100 dan berakhir di pulsa ke-140.

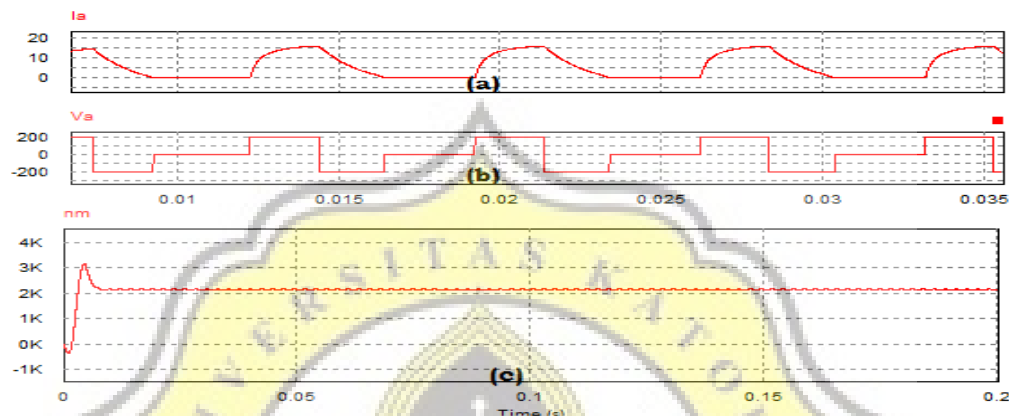


Gambar-4.1. Hasil simulasi pertama, (a) Arus fasa a, (b)Tegangan fasa A (c)Kecepatan motor

Pada Gambar-4.1 ditunjukkan arus tegangan serta kecepatan pada motor *Switched Reluctance*. Pada simulasi menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan sistem *regenerative braking* atau dengan kata lain energi pada saat pengereman dikembalikan lagi ke sumber. Kecepatan motor menunjukkan nilai yang berosilasi diangka 1500 RPM.

4.2.2 Simulasi dengan jumlah pulsa 60

Pada simulasi tahap kedua ini jumlah pulsa ditambah sejumlah 20 pulsa. Dari penambahan pulsa tersebut menghasilkan bentuk gelombang arus dan tegangan sebagai berikut:

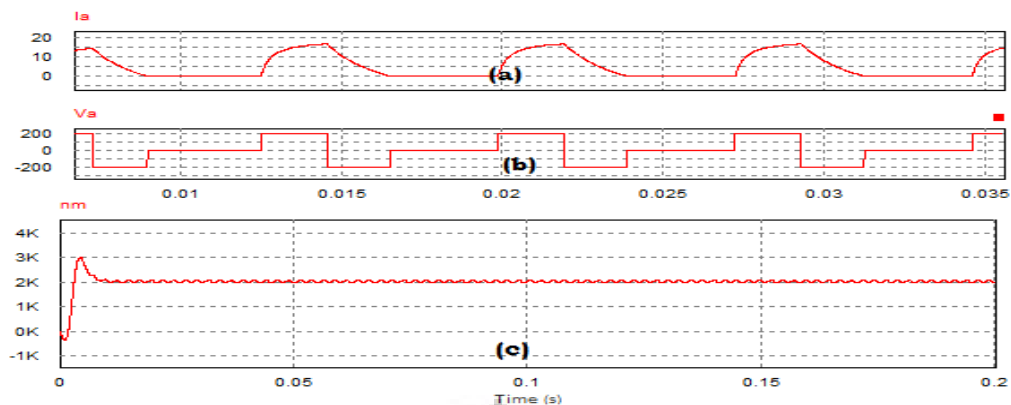


Gambar-4.2. Hasil simulasi kedua, (a) Arus fasa a, (b) Tegangan fasa A (c) Kecepatan motor

Pada Gambar-4.2 menunjukkan bahwa motor *Switched Reluctance* berputar lebih cepat dari simulasi sebelumnya. Hal itu terbukti dengan naiknya kecepatan putar motor yang berada dikisaran 1800 RPM.

4.2.2 Simulasi dengan jumlah pulsa 70

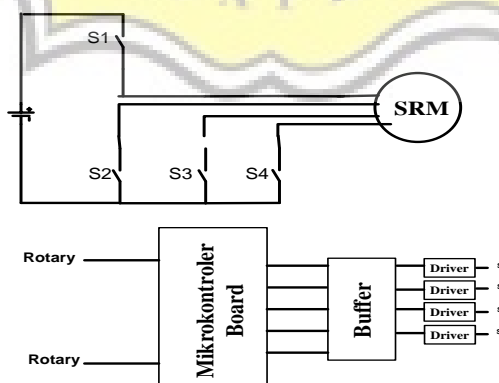
Pada simulasi ketiga ini jumlah pulsa kembali ditingkatkan sejumlah 10 pulsa dari sebelumnya yaitu menjadi 70 pulsa. Dan dari penambahan pulsa tersebut menghasilkan *output* simulasi sebagai berikut:



Gambar-4.3. Hasil simulasi ketiga, (a) Arus fasa a, (b) Tegangan fasa A (c) Kecepatan motor

4.3. Hasil Pengujian Laboratorium

Desain dan implementasi alat keseluruhan dilakukan di laboratorium Program studi Teknik Elektro Unika Soegijapranata. Desain dilakukan dengan mengubah konstruksi motor kapasitor menjadi motor *Switched Reluctance*. Setelah konstruksi rotor dan stator terbentuk, pengujian dilakukan dengan pemasangan *rotary encoder* yang berfungsi untuk mendeteksi posisi rotor. Setelah semua terpasang dilanjutkan dengan penyusunan *hardware* menjadi suatu sistem penggerak motor *Switched Reluctance*.



Gambar-4.4. Rangkaian Implementasi Alat

Desain hardware dari kendali motor *Switched Reluctance* terdiri dari mikrokontrol *board*, *ICbuffer*, *driver*, lima buah MOSFET dan catudaya sebagai sumber motor dan kontrol.

Tabel-4.1 Komponen Pada Implementasi

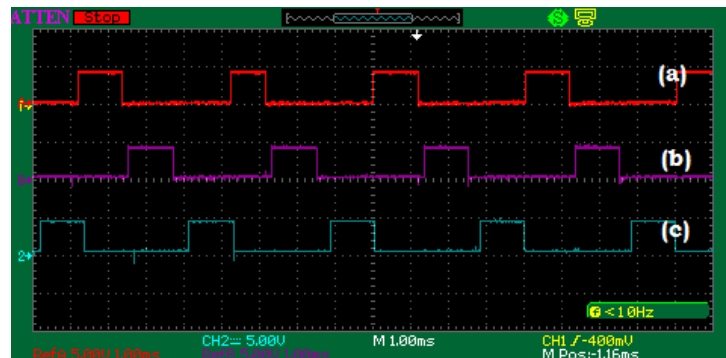
No	Jenis	Nama	Keterangan
1	Mikrokontrol	dsPIC30f4012	1 Buah
2	<i>Buffer</i>	74HC541	1 Buah
3	Driver	TLP250	5 Buah
4	MOSFET	G4PH50U	5 Buah
5	Catu Daya	Push pull	Supply kontrol
		<i>Power supply variable</i>	Supply motor
6	Sensor	<i>Rotary encoder</i>	4 Buah

4.3.1. Pengujian Motor *Switched Reluctance*

Pengujian pertama pada motor dilakukan dengan melihat *output* dari DSC yang nantinya akan digunakan untuk menyalakan saklar elektronik pada sisi konverternya. Setelah itu dilanjutkan pengamatan pada tegangan dan arus belitan motor serta kecepatan yang dihasilkan. Dalam implementasi ini dilakukan tiga kali perubahan jumlah pulsa sehingga didapat hasil yang nantinya dapat dibandingkan dengan analisa pada PSIM

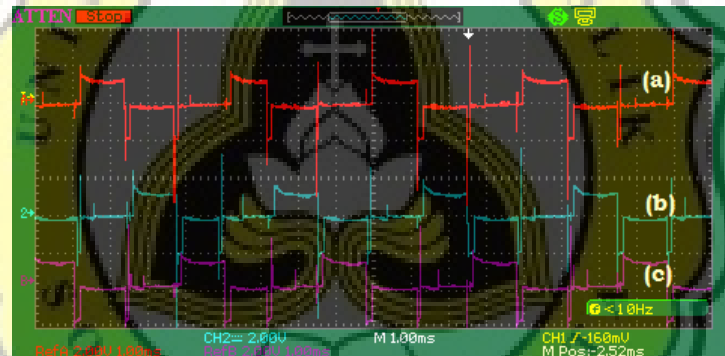
4.3.1.1. Hasil Pengujian dengan jumlah pulsa 148

Pada pengujian pertama ini pulsa dari masing-masing fasa motor yaitu 144 pulsa. Perhitungan pulsa tersebut kemudian dimasukkan ke main program mikrokontrol sehingga diperoleh hasil sebagai berikut:

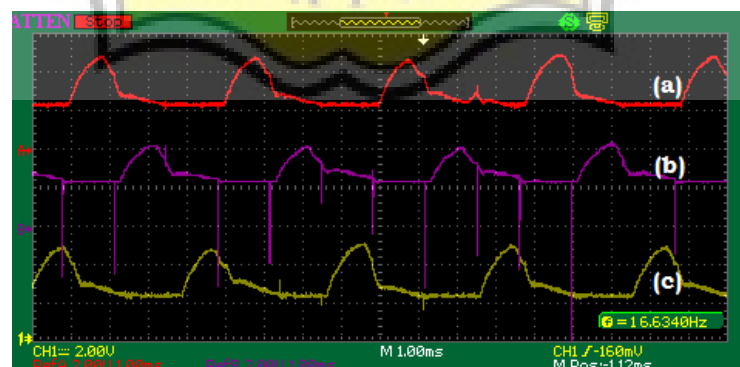


Gambar-4.5. Hasil pengujian pertama, (a)RE1, (b)RE2 dan (c)RE3

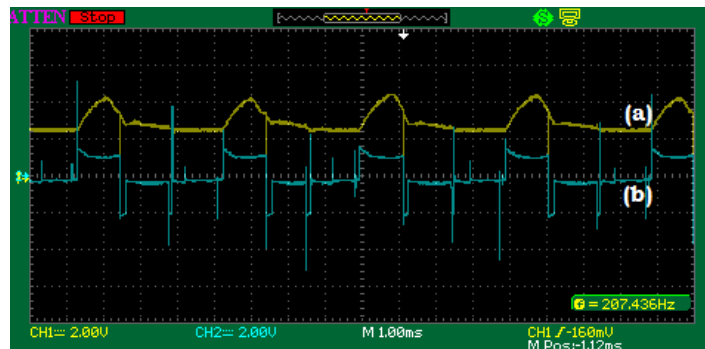
Dari Gambar-4.5 bisa dilihat bahwa *output* tersebut yang nantinya akan digunakan untuk menyalakan saklar elektronik. Dan dari gambar tersebut dapat dilihat pula *output* masing-masing port saling tergeser sebesar 120° .



Gambar-4.6. Hasil pengujian pertama, (a)Tegangan fasa A, (b)Tegangan fasa B dan (c)Tegangan fasa C



Gambar-4.7. Hasil pengujian pertama, (a)Arus fasa A, (b)Arus fasa B dan (c)Arus fasa C



Gambar-4.8. Hasil pengujian pertama, (a) Arus fasa A dan (b) Tegangan fasa A

Gambar-4.8 adalah *output* tegangan dan arus pada salah satu fasa motor. Dalam pengujian ini digunakan *Power Supply* dengan tegangan 15 Volt. Tegangan tersebut dipertahankan sampai pengujian akhir guna menjadikan parameter tegangan yang sama pada setiap tahap pengujian. Untuk melihat hasil gelombang arus digunakan sensor arus dengan perbandingan 1:2 yaitu 1 Volt pada sensor arus menunjukkan 2 Ampere arus yang mengalir. Sehingga dapat dilihat bahwa arus yang mengalir pada motor berada pada kisaran 4 Ampere.

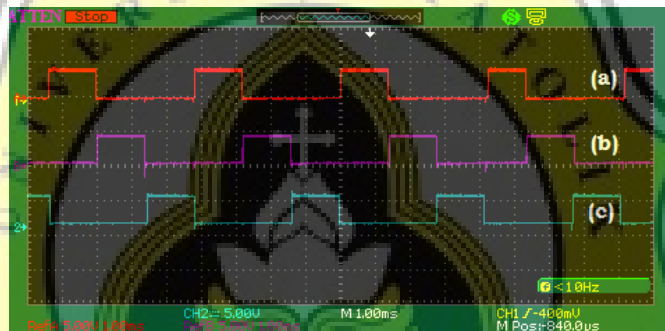


Gambar-4.9. Penunjukan kecepatan oleh tacho meter

Gambar-4.9 menunjukkan kecepatan motor dengan nilai 3428.5 RPM. Hasil itu didapat ketika motor berputar pada kondisi *steady state*. Atau dengan kata lain pada saat arus motor stabil dan putaran yang stabil.

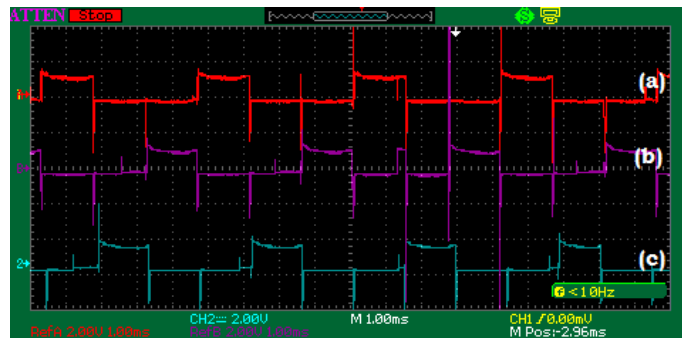
4.3.1.2. Hasil Pengujian dengan jumlah pulsa 163

Pada pengujian kedua ini, jumlah pulsa yang digunakan untuk memberikan arus ke fasa motor dikurangi menjadi 163pulsa. Dengan data tetap mengacu pada parameter pertama, maka didapat hasil sebagai berikut :

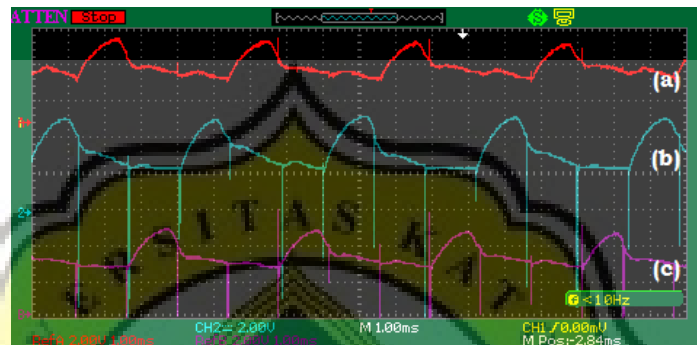


Gambar-4.10. Hasil pengujian kedua, (a)RE1, (b)RE2 dan (c)RE3

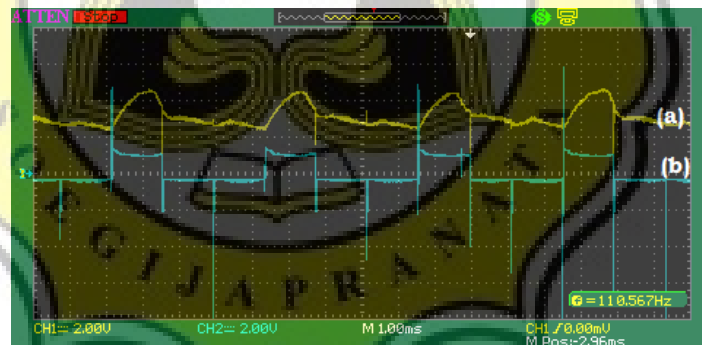
Dapat dilihat pada Gambar-4.10 bahwa setiap sinyal keluaran dari dsPIC30f4012 menunjukkan frekuensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan pengujian sebelumnya. Hal ini yang berdampak pada kecepatan motor yang semakin meningkat. Dengan hasil *output*DSC tersebut diambil juga data tegangan dan arus pada masing-masing fasa motor.



Gambar-4.11. Hasil pengujian kedua, (a)Tegangan fasa A, (b)Tegangan fasa B dan (c)Tegangan fasa C



Gambar-4.12. Hasil pengujian kedua, (a)Arus fasa A,(b) Arus fasa B dan (c) Arus fasa C



Gambar-4.13. Hasil pengujian kedua, (a) Arus fasa A dan (b) Tegangan fasa A

Pada Gambar-4.13 menunjukkan data arus dan tegangan keluaran dari fasa motor. Pada pengujian kedua bentuk dari arus dan tegangan semakin rapat dengan peningkatan frekuensi. Hal ini tentu mempengaruhi kecepatan putar motor yang meningkat.

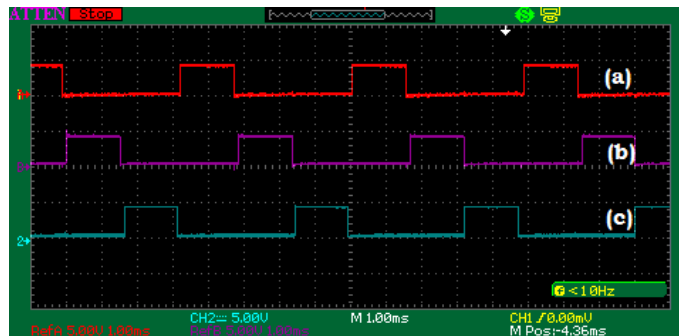


Gambar-4.14. Kecepatan motor pengujian kedua

Gambar-4.14 menunjukkan kecepatan motor saat jumlah pulsa *rotary encoder* pada setiap fasa adalah 163. Kecepatan menunjukkan pada nominal 3589.5 RPM dengan parameter tegangan 15 Volt dan arus yang dihasilkan adalah 4 Ampere. Dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan unjuk kerja dibandingkan data sebelumnya.

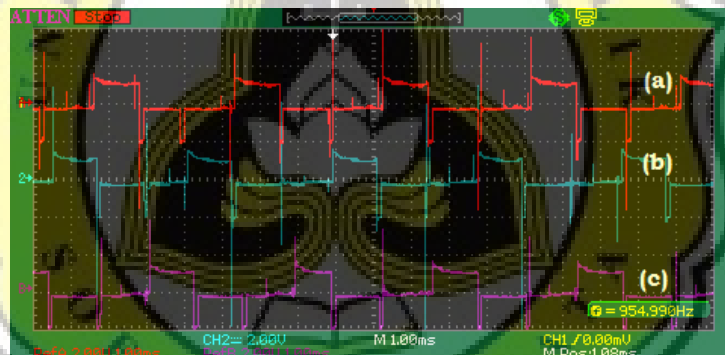
4.3.1.3. Hasil Pengujian dengan jumlah pulsa 158

Pada pengujian kali ini kembali lagi jumlah pulsa yang diberikan pada setiap fasa motor ditingkatkan dari posisi sebelumnya. Dengan tujuan untuk mencari unjuk kerja maksimal yang dapat dicapai oleh motor. Lalu dengan tetap mempertahankan nilai tegangan masukannya dilakukan pengujian selanjutnya.

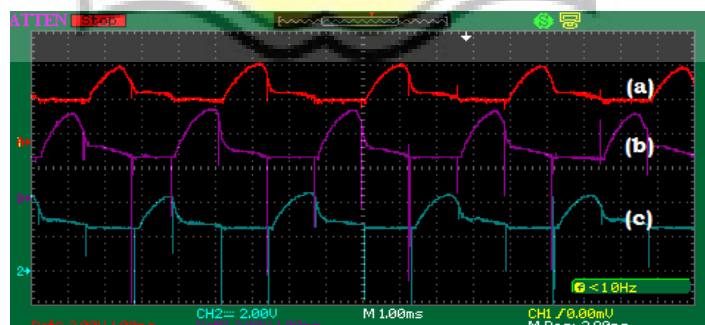


Gambar-4.15. Hasil pengujian ketiga, (a)RE1, (b)RE2 dan (c)RE3

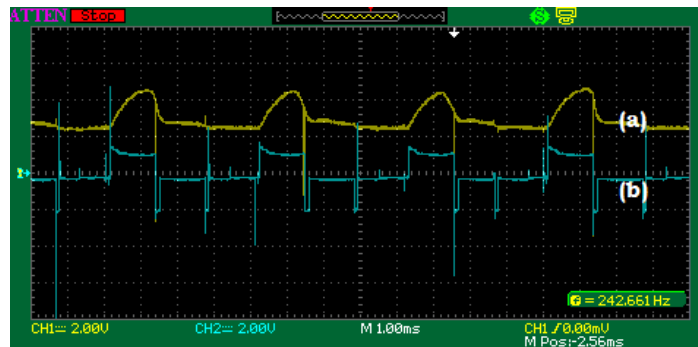
Jika diperhatikan pada Gambar-4.15 bahwa keluaran dari DSC yang nantinya akan mengatur pensaklaran pada konverterN+1. *OutputDSC* saling tergeser 120° dengan artian bahwa program tersebut digunakan untuk menjalankan motor *Switched Reluctance* 3 fasa.



Gambar-4.16. Hasil pengujian ketiga, (a)Tegangan fasa A, (b)Tegangan fasa B dan (c)Tegangan fasa C

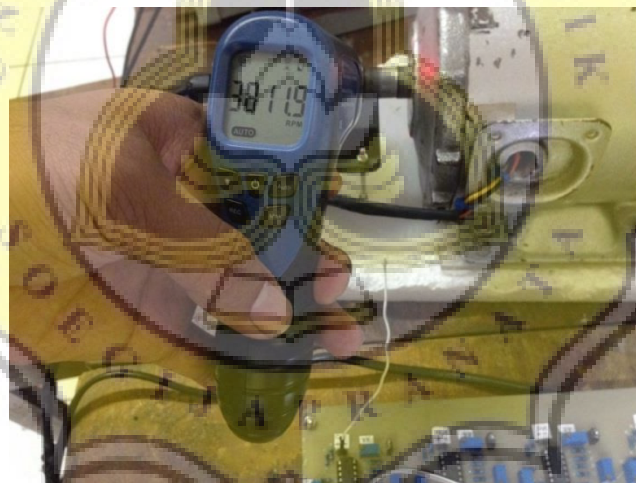


Gambar-4.17. Hasil pengujian ketiga, (a)Arus fasa A, (b) Arus fasa B dan (c) Arus fasa C



Gambar-4.18. Hasil pengujian ketiga, (a) Arus fasa A dan (b) Tegangan fasa A

Dengan gelombang dari Gambar-4.19 menunjukkan bahwa frekuensi yang dihasilkan lebih besar dari daya sebelumnya. Ini berarti bahwa frekuensi yang maksimal akan menunjukkan kecepatan yang lebih tinggi. Dalam pengujian ini menunjukkan kecepatan 3811.9 RPM.



Gambar-4.19. Kecepatan motor pengujian ketiga

4.4. Pembahasan

Setelah realisasi beberapa pengujian selesai dilakukan dapat diamati bahwa sistem dapat bekerja sangat baik sebagai suatu sistem untuk menjalankan motor *Switched Reluctance*. Pada sistem ini dilakukan beberapa perubahan jumlah pulsa dan pergeseran pulsa *rotary* guna untuk memaksimalkan unjuk kerja

motor. Unjuk kerja motor yang maksimal diperoleh ketika kecepatan motor berada pada pembacaan tertinggi dengan parameter yang sama.

Dengan menggunakan *rotary encoder* sebagai alat deteksi rotornya, untuk meningkatkan unjuk kerja motor cukup dengan mengubah algoritma program tanpa harus merubah pada sisi mekanik motor. Disamping itu penggunaan *rotary* memiliki tingkat kepresisian yang lebih tinggi dibanding menggunakan sensor *hall effect*.

Namun dari kelebihan-kelebihan tersebut, terdapat kelemahan dari pengontrolan motor *Switched Reluctance* yaitu keterbatasan *range* kecepatan oleh *rotary encoder* hanya mampu sampai 5000 RPM. Dan disamping itu untuk menjalankan *start* awal motor harus dibantu dengan putaran tangan, dikarenakan pada kondisi awal *rotary encoder* belum menghasilkan pulsa untuk diolah DSC.

